

DIE EVOLUTION DER MATERIE AUF DEN HIMMELSKÖRPERN

EINE THEORETISCHE ABLEITUNG DES PERIODISCHEN SYSTEMS

VORTRAG

GEHALTEN AUF DEM 1. MENDELEJEFF-KONGRESSE ZU ST. PETERSBURG
AM 4. JANUAR 1908

VON

N. A. MOROSOFF

AUTORISIERTE ÜBERSETZUNG

VON

B. PINES UND **DR. A. ORECHOFF**



DRESDEN 1910
VERLAG VON THEODOR STEINKOPFF

Spamersche Buchdruckerei in Leipzig.

Vorwort des Verfassers zur deutschen Ausgabe

Fast zwei Jahre sind verflossen, seit ich in der vereinigten Sitzung des 1. Mendelejeff-Kongresses zu St. Petersburg den vorliegenden Vortrag gehalten habe. Jetzt erscheint derselbe in deutscher Sprache.

Was kann ich Neues hinzufügen? Die Grundlagen der Theorie sind dieselben geblieben; die neueren Untersuchungen haben dieselben nicht erschüttert — vielmehr bringt jedes Jahr neue Bestätigungen meiner Deduktionen mit sich, die ich ursprünglich in meiner größeren Schrift: „Periodische Systeme in der Struktur der Materie“ (in russischer Sprache)¹⁾ niedergelegt habe.

Was Einzelheiten anbetrifft, so konnte man eine Zeitlang glauben, Frau Curie habe einen Versuch Ramsays über die Umwandlung von Kupfer in Lithium unter dem Einfluß der Radium-Emanation widerlegt. Es ist aber leicht einzusehen, daß dieser Versuch für meine Theorie keine so große Bedeutung hat, wie die anderen Versuche dieses berühmten englischen Physikers. Auf S. 37 wird der Leser sehen, daß, obwohl diese Umwandlung sich vom Standpunkte meiner Strukturtheorie aus erklären läßt, sie doch nicht als notwendige Folge derselben erscheint. Sie wird von der Theorie nicht vorausgesagt, so wie dies bei anderen Versuchsergebnissen Ramsays, z. B. die Bildung von Helium aus Radium und die Möglichkeit einer solchen aus allen uns bekannten Stoffen (die schwerer als Helium sind), der Fall ist.

¹⁾ Das Buch wird nächstens in deutscher Sprache erscheinen.
Anmerk. d. Übersetzer.

Ich habe aber meine Erklärung der Umwandlung von Kupfer in Lithium, so wie sie von Ramsay vor zwei Jahren beschrieben worden ist, unverändert gelassen, da Ramsay in seiner, neulichst in der Generalversammlung der „London chemical Society“ gehaltenen Präsidentenrede, die Frage als noch unentschieden bezeichnet und gegen den Einwand von Frau Curie, daß das Lithium aus dem Glase der Versuchsröhren stamme¹⁾, hervorhebt, daß bei Einwirkung derselben Emanation auf andere Stoffe in denselben Röhren kein Lithium entsteht.

Viel wesentlicher für meine Atomstrukturtheorie sind dagegen die letzten Versuche Ramsays (Ber. d. Dtsch. chem. Ges. 42, [1909]), aus denen hervorgeht, daß unter der Einwirkung der Radium-Emanation Silizium, Titan, Zirkonium und Thorium, d. h. alle schwer schmelzbaren Elemente des IV-Typus, in Kohlenstoff und Sauerstoff dissoziieren. Betrachtet der Leser meine diesbezüglichen Schemata, so wird er sofort einsehen, wie leicht alles von Ramsay Beobachtete durch dieselben erklärt wird.

St. Petersburg, November 1909.

Biologisches Laboratorium.

Nikolai Morosoff.

¹⁾ Journ. of the Chem. Soc. April 1909, p. 631.

Gegenwärtig, wo die merkwürdigen Radioaktivitätserscheinungen die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich lenken, tritt von selbst die Frage nach der Zusammensetzung der Atome der gegenwärtigen Elemente des periodischen Systems auf die Tagesordnung und zwingt zu einer Revision aller bisher gesammelten Materialien.

Die Idee der Evolution aller Arten der Materie aus einer oder einigen ursprünglicheren Arten ist nicht neu.

Schon Prout in England machte im Jahre 1815 den Versuch, die Atome aller Metalle und Metalloide ihrem Gewichte nach aus einer entsprechenden Anzahl Wasserstoffatome zusammen zu stellen, indem er z. B. im Stickstoffatom 14, im Sauerstoffatom 16, im Fluoratom 19 Wasserstoffatome annahm usw. Seine Idee hatte aber keinen dauernden Erfolg und konnte auch keinen haben, weil sie die Verschiedenheiten der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Elemente nicht erklären konnte, besonders die Tatsache, daß die einander ähnlichen Elemente sich nur nach bestimmten Intervallen wiederholen, die durch Elemente ganz anderer Art ausgefüllt sind. Diese Tatsache trat schon damals deutlich zutage, wenn man alle damals bekannten Elemente nach der Größe ihres Atomgewichtes in eine kontinuierliche Reihe anordnete, obwohl die periodische Gesetzmäßigkeit erst später, dank den Arbeiten von Newlands¹⁾ in England, de Chancourtois²⁾ in Frankreich, Lothar Meyer³⁾ in Deutschland und besonders Mendeleejeff⁴⁾ in Rußland, entdeckt wurde, die das Gesetz formu-

¹⁾ Newlands: Chem. News. 10, 12, 13.

²⁾ De Chancourtois: C. R. 54, 55, 56.

³⁾ L. Meyer: Annalen der Chemie und Pharmacie, VII, 1870.

⁴⁾ Mendeleejeff: Journ. der russ. chem. Gesellschaft, 1, 3.

lierten und aus dem Vorhandensein von Lücken in der Periodizität die Existenz einiger neuen elementaren Körper voraus sagten, von denen ein Teil auch wirklich entdeckt wurde.

Hätte die Proutische Hypothese diese Periodizitätserscheinungen erklären können, so wäre sie ohne Zweifel nicht in das Gebiet der Geschichte übergegangen. Ihre allgemeine Anerkennung wäre dadurch nicht beeinträchtigt worden, daß die Atomgewichte vieler Elemente, wie Berzelius, Marignac, Stas u. a. gezeigt haben, keine genauen Multiplen von dem Atomgewichte des Wasserstoffs sind. Zur Erklärung dieser Tatsache hätte nur eine neue ergänzende Hypothese bezüglich der Störungsursachen, die diese Abweichungen vom einfachen Gesetz hervorrufen, ausgearbeitet werden müssen, ähnlich wie die Astronomen bis jetzt nach Ursachen suchen, die einige Unregelmäßigkeiten in der Bewegung des Merkurs zu erklären imstande wären, ohne dabei auf Grund dieser noch nicht aufgeklärten Abweichungen an der Richtigkeit des fundamentalen Gravitationsgesetzes zu zweifeln. Derselbe Mangel haftet der in den letzten Jahren entwickelten Elektronenhypothese an. Indem sie das Proutische Wasserstoffatom in die ihrem Gewichte nach zweitausendmal kleineren Elektronen zerlegt, kommt zwar die Elektronentheorie in die Lage, die Bruchteile in den Atomgewichten zu erklären, sie kann aber wegen ihrer Einfachheit nicht die periodischen Eigentümlichkeiten der verschiedenen Arten der Materie erklären. Zur völlig befriedigenden Lösung des Problems, das uns nach der Entdeckung der Radioaktivitäts- und Kathodenerscheinungen vorliegt, müssen wir uns nicht direkt zu den Elektronen, bzw. zum Weltäther wenden, sondern zu Substanzen, die als Zwischenglieder zwischen diesen und den gegenwärtig auf der Erdoberfläche vorkommenden Metallen und Metalloiden betrachtet werden können. Niemand von uns würde die Moleküle der Oxyde direkt aus den Elektronen aufbauen, sondern er würde es durch Vermittelung des Sauerstoffs und des betreffenden Metalls tun. Ebenso müssen wir auch bei dem Aufbau der Atome vorgehen. Ist der Weltäther wirklich das ursprüngliche Material aller existierenden Substanz-

formen, so entstanden diese nicht direkt aus ihm, sondern durch Vermittelung einer ganzen Reihe immer komplizierter werdender Zwischenstufen. Einen Hinweis darauf liefert uns der Sternhimmel in der Entwicklungsgeschichte der Gestirne. Wir können auf ihm die verschiedenen Altersstufen, von den ursprünglichen Nebeln und zuerst erscheinenden blauen Sternen bis zu den erlöschenden roten und den bereits vollständig erloschenen Sternen, wie z. B. unsere Erde usw., beobachten. In der Mehrzahl der wirklichen Nebel, die als Material zum Aufbau aller Gestirne dienen, zeigt uns die Spektralanalyse nur drei Linien mit den Wellenlängen 500,43; 495,72; 486,09 $\mu\mu$. Die letztere von diesen Linien gehört unzweifelhaft dem Wasserstoff an, da sie oft von einer anderen Wasserstofflinie mit der Wellenlänge 434,6 $\mu\mu$ begleitet wird. Der Wasserstoff befindet sich hier aber in einem besonderen, auf der Erde unbekannten Zustande, da ihm einige von den typischen Linien des gewöhnlichen Wasserstoffs fehlen. Er hat deswegen von dem größten aller jetzigen Spektralforscher, Lockyer, den Namen Proto-Wasserstoff erhalten, d. h. Wasserstoff, dessen Atom noch nicht vollständig ausgebildet ist¹⁾.

Die mittlere der obigen drei Linien mit der Wellenlänge 495,72 $\mu\mu$ ist die charakteristischste. Sie ist in allen Nebeln aufgefunden worden und kann keinem der auf den vollständig ausgebildeten Gestirnen vorkommenden Körpern zugeschrieben werden. Sie wird stets von der anderen Linie 500,43 $\mu\mu$ begleitet, die früher für eine der schwachen Stickstofflinien gehalten wurde, die aber wahrscheinlicher eine zweite Linie desselben Nebulesiums ist, dem auch die obenerwähnte Linie angehört. Außer diesen drei, für alle gasförmigen Nebel charakteristischen Linien, zeigt in ihnen das Spektroskop oft eine Linie 447,18 $\mu\mu$, die unzweifelhaft dem Helium angehört, da sie in dem Nebel des Orions und in einigen anderen von anderen Linien dieses Elements begleitet erscheint. Das Fehlen anderer Hauptlinien des gewöhnlichen Heliums zeigt uns, daß dasselbe

¹⁾ J. N. Lockyer: Inorganic evolution. London 1900.

sich in den Nebeln in einem noch nicht vollständig ausgebildeten Zustande befindet, den wir, entsprechend der Lockyer'schen Bezeichnungsweise, Proto-Helium nennen müssen. Wenn in einem Nebel ein oder mehrere Sterne entstehen, beginnt das Nebulium zu verschwinden, Proto-Wasserstoff und Proto-Helium erhalten neue Linien, indem sie allmählich in den gewöhnlichen Zustand übergehen und gleichzeitig erscheinen auf dem sich ausbildenden Stern auf Kosten dieser zwei Grundkörper andere auf der Erdoberfläche bekannte Metalle und Metalloide. Sie erscheinen aber zuerst in noch nicht vollständig ausgebildetem Zustande, denn es fehlen ihnen einige wesentliche Linien, weshalb Lockyer sie als Proto-Elemente: Proto-Magnesium, Proto-Calcium u.s.w. bezeichnete. Dieser wesentliche Umstand muß bei der Ausarbeitung der Entwicklungstheorie der Materie berücksichtigt werden. Beim vollständigen Erlöschen eines Sterns, wenn er allmählich zur Rotglut übergeht, erscheinen auf seiner Oberfläche im gasförmigen Zustande Kohlenwasserstoffe, die bei uns auf der Erde die verschiedenen Naphtaarten bilden, und die, wie ich es schon früher in meiner Schrift: „Periodische Systeme in der Struktur der Materie“ gezeigt habe, sich in ein eigentümliches periodisches System einreihen lassen.

Der ganze Entwicklungsgang der Himmelskörper, soweit wir ihn aus der Beobachtung von Sternen verfolgen können, die sich in verschiedenen Stadien ihres kosmischen Lebens befinden, zeigt uns, daß die Atome der uns umgebenden Metalle und Metalloide nicht von Ewigkeit her sind, sondern das Produkt einer eigentümlichen Evolution der Materie auf den Himmelskörpern darstellen, wobei zuerst das auf der Erde unbekannte Nebulium, sodann Proto-Wasserstoff, und schließlich Proto-Helium auftritt. Diese müssen wir als die Grundlagen aller anderen Atome ansehen, wenn wir mit den Angaben der Astronomie nicht in Widerspruch geraten wollen.

In dieser Abhandlung will ich nur zeigen, wie einfach das Periodizitätsgesetz und die mittleren Größen der Atomgewichte aller bekannten Mineralelemente unter Zugrundelegung folgender Charakteristiken der drei obenerwähnten Komponenten abgeleitet werden können.

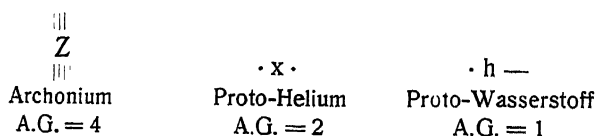
1. Das Proto-Atom des Nebulesiums oder Archoniums $\equiv Z \equiv$ hat ein Atomgewicht von vier Einheiten (bezogen auf $0=16$) und ist durch acht elektronegative Bindungspunkte charakterisiert (die in freiem Zustande sich zu anionisieren befähigt sind). Dies ist durch die acht Striche bei seinem Symbol angedeutet. Es besitzt eine große Affinität zum Proto-Helium (dieselbe ist so groß, daß seine Verbindungen mit dem Proto-Helium unter den gegenwärtig auf der Erdoberfläche existierenden Bedingungen nicht ionisiert werden) und eine geringere zu den Alkalimetallen und zum gegenwärtig existierenden Wasserstoff, mit den es in ionisierbare Verbindungen eintritt.

2. Das Proto-Atom des Heliums (oder das Atom des Proto-Heliums) $\cdot x \cdot$ stellt ein Halbatom des gegenwärtig auf der Erde existierenden Heliums dar, und hat ein Atomgewicht von etwa zwei Einheiten ($0=16$). Es besitzt zwei elektropositive, in freiem Zustande zur Kationisierung befähigte Bindungspunkte, was durch zwei Punkte bei seinem Symbol angedeutet wird, wobei die Punkte, der Bequemlichkeit halber, die $+$ -Zeichen ersetzen. Seine Bindungspunkte besitzen eine große Affinität zum Archonium, so daß ihre Verbindungen mit den elektronegativen Punkten des letzteren sogar bei der Temperatur der oberflächlichen Sonnenschichten (von $6000-10000^{\circ}$) nicht dissoziieren. Zu anderen Metalloiden hat es weniger Affinität, und ist deswegen zur Ionisierung befähigt.

3. Das Proto-Atom des Wasserstoffs (oder das Atom des Proto-Wasserstoffs) $\cdot h -$ besitzt, vom stereochemischen Standpunkte aus betrachtet, die Form einer dünnen Platte, auf deren einer Seite sich der elektropositive, zur Kationisierung befähigte, und auf der anderen der elektronegative, schwer anionisierbare Bindungspunkt befindet. Sein Atomgewicht ist etwas geringer

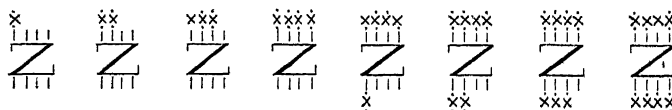
als das des gegenwärtig existierenden Wasserstoffatoms (es ist einer Gewichtseinheit gleich, ohne den Bruchteil 0,008, durch welchen der gegenwärtige Wasserstoff charakterisiert wird). Es unterscheidet sich von dem letzteren noch darin, daß es mit seinen beiden Bindungspunkten gleichzeitig chemisch zu wirken befähigt ist, wie das durch einen Punkt und einen Strich bei seinem Symbol $\cdot h -$ angedeutet ist.

Wir haben also folgende Komponenten der Atome des periodischen Systems:

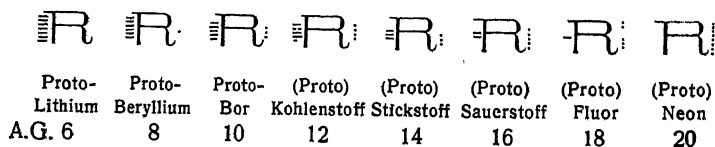


Indem wir je einen der Bindungspunkte des $\cdot x \cdot$ mit einem Punkte des $\equiv Z \equiv$ verbinden, erhalten wir acht Schemata für die erste Periode des Mineralelementen-Systems, ähnlich wie wir bei den Kohlenwasserstoffradikalen der organischen Chemie zu den vier Typen $\cdot CH$, $\cdot CH_2$, $\cdot CH_3$ und CH_4 kommen.

Schemata:



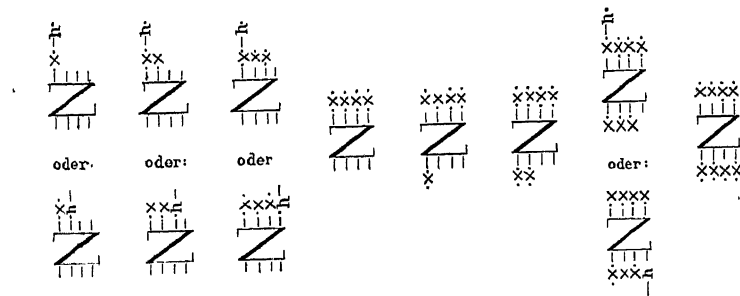
Chemische Eigenschaften:



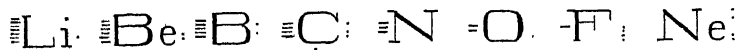
Da wir wissen, daß die Komponente $\equiv Z \equiv$ das Atomgewicht 4, und die Komponente $\cdot x \cdot$ das Atomgewicht 2 besitzt, so erhalten wir die Gewichte der obigen Komplexe als die Reihe der geraden Zahlen von 6 bis 20. Wie ersichtlich, finden sich in diesen Schemata weder der Proto-Wasserstoff $h -$ noch die bei der Elektrolyse zu beobachtenden Elektronen, und daher

müssen wir dieselben als Schemata der Proto-Elemente der ersten Reihe des periodischen Systems, d. h. noch nicht vollständig ausgebildeter Elemente, die vielleicht mit den von Lockyer auf der Sonne aufgefundenen Proto-Elementen identisch sind, betrachten. Für die Hälfte derselben, nämlich für Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Neon, haben sich Atomgewichte ergeben, die den Atomgewichten, welche diese Elemente auf der Erde besitzen, beinahe gleich sind. Für die zweite Hälfte haben sich dagegen Atomgewichte ergeben, die um ein Proto-Wasserstoffatom geringer sind als die Atomgewichte dieser Elemente auf der Erde, was uns zur Annahme des Vorhandenseins eines Proto-Wasserstoffatoms in ihnen nötigt. Da aber das Proto-Wasserstoffatom $\cdot h$ — sowohl einen positiven wie einen negativen Bindungspunkt besitzt, so kann es sich an obige Schemata in zweierlei Art anlagern: entweder mit dem positiven Punkt an das Helium, oder mit dem negativen an das Archonium. Dementsprechend erhalten wir für diese Elemente je zwei Schemata, unter denen eine Auswahl zu treffen weiteren Untersuchungen vorbehalten ist:

Strukturschemata (I)



(II)



Namen

A.G. 7

9

11

12

14

16

19

20

Die Zusammensetzung aller Atome der ersten Periode, die aus drei in den Nebelflecken enthaltenen Komponenten zu-

sammengesetzt sind, stellt sich hier sehr klar heraus. Es bleibt nur einige Unbestimmtheit bezüglich des Proto-Wasserstoffs übrig. In meiner Schrift: „Periodische Systeme in der Struktur der Materie“ habe ich den Proto-Wasserstoff an das Archonium gebunden angenommen. In einer späteren Schrift, „Mendelejeff und die Bedeutung seines periodischen Systems für die Chemie der Zukunft“, habe ich mich der anderen Auffassung, d. h. zur Annahme der Bindung des Proto-Wasserstoffs an das Proto-Helium zugeneigt. Das ist aber ein Detail, das für die Ausarbeitung der Grundlagen der Theorie unwesentlich ist. Deswegen werde ich hier mich an die letztere Auffassung anlehnen, da die andere in der oben erwähnten Schrift: „Periodische Systeme usw.“ bereits ausführlich dargelegt worden ist, auf die bezüglich der Einzelheiten verwiesen werden mag.

Ich will jetzt darlegen, wie leicht und einfach auf diese Weise das Periodizitätsgesetz abgeleitet werden kann, und also diejenige Forderung erfüllen, an der sowohl die Proutische Hypothese wie auch die Elektronentheorie gescheitert sind. Werfen wir einen Blick auf die letzte Tabelle, so sehen wir folgendes:

1. Die freien Bindungspunkte beim $\equiv Z \equiv$ (und beim $\cdot h \cdot$ — im Falle II), die sowohl auf den Schemata, wie auch auf den darunterstehenden Symbolen Li, Be, B, C, N, O, F und Ne durch Striche angedeutet sind, zeigen die anionisierbare Wertigkeit des betreffenden Atoms, seine potentielle Wertigkeit in bezug auf Wasserstoff und Metalle. Diese Zahlen entsprechen vollständig den Versuchsergebnissen, da das Neon, bei dem kein einziger anionisierbarer Bindungspunkt übrig geblieben ist, sich auch wirklich, weder mit Wasserstoff noch mit Metallen verbindet; das Fluor ist einwertig in bezug auf Metalle; der Sauerstoff ist zweiwertig usw. bis zum vierwertigen Kohlenstoff. Wir können sogar die für jedes Element möglichen Verbindungen voraussagen. Da z. B. das Fluor einen elektro-negativen Bindungspunkt, das Lithium dagegen einen elektro-positiven Bindungspunkt besitzt, können wir durch Verbindung

Atomen des Heliums zeigt die Anzahl der kationisierbaren Bindungspunkte des betreffenden Atoms, d. h. seine Wertigkeit in Bezug auf Metalloide an. Am besten kann man es an den Halogenverbindungen der betreffenden Elemente sehen, da in ihnen auf jeden derartigen Punkt sich ein Halogenatom befindet, wie wir es an dem Schema des Lithiumfluorids bereits gesehen haben. Hier bemerken wir die oben hervorgehobene Abnahme der Energie eines jeden Bindungspunktes mit dem Anwachsen ihrer Zahl. Es scheint, als ob alle acht Typen der ersten Periode den gleichen Vorrat an chemischer Energie besitzen, der sich aber mit der Vergrößerung der Zahl der Wirkungspunkte des Atoms zwischen denselben verteilt. Die Halogenverbindungen werden vom vierten Typus an so labil, daß beim Stickstoff das Halogen nicht in voller Menge aufgenommen wird (NCl_3 anstatt NCl_5) und bei den folgenden Elementen vollständig verschwinden, wodurch das Fehlen von Verbindungen des Fluors und des Neons mit den Metalloiden erklärt wird.

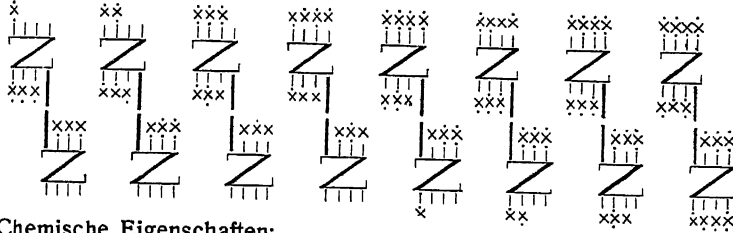
Die Summe der beiden Valenzarten ist hier stets der konstanten Zahl acht gleich. Von diesem Standpunkte aus ist das Neon und seine Analogen nur in Bezug auf Metalle nullwertig. Mit den Metalloiden gibt es keine Verbindungen nur wegen der großen Schwäche seiner elektropositiven Bindungspunkte.

In derselben Weise können wir aus diesen Komponenten, die sich in den Nebelflecken vorfinden, auch die zweite Periode des Mineralelementensystems zusammenstellen, indem wir in jedem Schema je zwei Archoniumatome miteinander verbinden, ähnlich wie wir es in der zweiten Periode des Systems der Kohlenwasserstoffradikale tun:

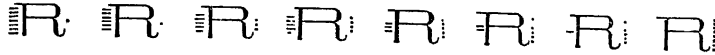
Schema:	$\begin{array}{c} \cdot \text{CH} \\ \\ \cdot \text{CH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \cdot \text{CH}_2 \\ \\ \cdot \text{CH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \cdot \text{CH}_2 \\ \\ \cdot \text{CH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \cdot \text{CH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Namen:	Acetylen	—	Ätylen	—	Äthan
M. G.	26	27	28	29	30
Wertigkeit:	IV	III	II	I	0

Indem wir in ganz analoger Weise an die Archoniumpaare $\equiv \text{Z} \equiv \equiv \text{Z} \equiv$ sukzessive Proto-Heliumatome anlagern, erhalten wir:

Strukturschema



Chemische Eigenschaften:



A.G.	22	24	26	28	30	32	34	36
	Proto-Natrium	Proto-Magnesium	Proto-Aluminium	Proto-Silicium	Proto-Phosphor	Proto-Schwefel	Proto-Chlor	Proto-Argon

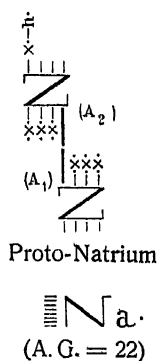
Indem wir, wie es oben (S. 10) dargelegt ist, in diese Formeln Proto-Wasserstoffatome einführen, erhalten wir:

Natrium	Magnesium	Aluminium	Silicium	Phosphor	Schwefel	Chlor	Argon
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
23	24	27	28	31	32	35	40

Wir sehen, daß diese zweite Periode in ihrer Grundlage (s. Tabelle oben) als Fortsetzung der ersten Periode betrachtet werden kann, da sie die Atomgewichte als eine Reihe gerader, von 22 bis 36 steigender Zahlen enthält. Vergleichen wir diese Zahlen mit den wirklichen Atomgewichten der zweiten Periode, so sehen wir, daß nur für den Schwefel das theoretische Atomgewicht mit dem gefundenen sehr genau übereinstimmt. Die übrigen zeigen das Vorhandensein eines (Na, Al, P) oder

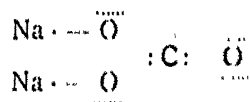
mehrerer ($Ar = 40$) Proto-Wasserstoffatome, oder weisen Bruchteile auf, die der Hälfte eines Wasserstoffatoms nahekommen und die vielleicht einem Atom des auf der Erde unbekannten Koroniums zuzuschreiben sind, dessen Atomgewicht kleiner als das des Wasserstoffs sein muß, und das daher auch zu denjenigen Substanzen gehört, welche als Zwischenglieder zwischen unseren Mineralelementen und dem allschaffenden Weltäther betrachtet werden müssen. Es sei noch erwähnt, daß das Koronium, welches die Sonnenkorona bildet, auf der Sonne sich über dem Wasserstoffe befindet, d. h. wirklich leichter als der letzte ist und über der Sonnenchromosphäre eine kolossale und äußerst leichte Atmosphäre bildet. Es ist aber nicht wichtig, was für eine Ursache diese Abweichungen der Atomgewichte der gegenwärtigen Mineralelemente von unseren Normen (die ja nur ihre primären Grundlagen, d. h. die Atomgewichte des Lockyerschen Proto-Natriums, Proto-Calciums usw. angeben) hervorruft. Unsere Theorie gibt ja nur das Grundgesetz an und überläßt weiteren Untersuchungen die Erklärung sekundärer Erscheinungen, die diese Deformationen verursacht haben. Für jeden, der in der Chemie bewandert ist, liegt es außer Zweifel, daß die ursprünglichen richtigen Atomgewichte der Elemente verschiedenen Änderungen unterworfen worden waren, daß an die oben theoretisch abgeleiteten Strukturketten der Atome sich viele leichte Körper: Elektrone, J. Thomsonsche Korpuskeln usw., so zu sagen, durch Kristallisation angelagert haben. Es ist sehr leicht möglich, daß die vollständige Aufklärung der Gesetze dieser Abweichungen und Anlagerungen eine ebenso lange Zeit, wie die Aufklärung der bis jetzt unverständlichen Störungen in den Merkbewegungen in Anspruch nehmen wird. Auf Grund dieser Abweichungen das Vorhandensein eines Strukturgesetzes in der Evolution der Atome zu widerlegen, wäre ebenso unbegründet, wie auf Grund der Störungen der Merkbahn das allgemeine Gravitationsgesetz zu leugnen. Indem ich also diesen nebensächlichen Gegenstand anderen Forschern überlasse, möchte ich hier nur eine unwillkürlich auftauchende Frage beantworten.

Beim ersten Blick auf das oben angeführte Schema der zweiten Periode sieht man sofort, daß sie, ähnlich wie die erste Periode, eine Abnahme der elektronegativen Valenz von 7 bis 0 (von links nach rechts) und eine Zunahme der elektropositiven Valenz von 1 bis 8 aufweist. Dies wird nur dann der Fall sein, wenn die nach der Mitte der zweigliedrigen Kette (A_1 und A_2) auf dem untenstehenden Schema des Proto-Natriums) gerichteten Helium-Halbatome $\cdot x \cdot$ als wirkungslos angenommen werden.

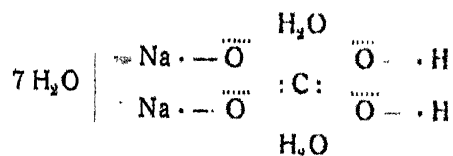


Anderenfalls würden sie sechs überschüssige Bindungspunkte aufweisen und das Natrium würde nicht ein-, sondern siebenwertig sein. Dies alles kann erklärt werden, wenn wir die Annahme machen, daß das Archoniumatom einen physikalischen Körper von oktaëdrischer Gestalt darstellt, auf dessen acht Flächen sich die acht elektronegativen Bindungspunkte befinden. Nehmen wir nun an, daß zwei Archoniumatome sich mit zwei Flächen berühren, so sehen wir, daß bei jedem Oktaëder nur vier Flächen, d. h. im ganzen acht Flächen, nach außen gerichtet sein werden. Nur diese Flächen werden imstande sein, auf fremde Atome zu reagieren, während die übrigen Flächen nach der Mitte des Paares hin gerichtet sind, und daher durch ihre stereochemische Lage wirkungslos bleiben werden müssen, obwohl man annehmen darf, daß auch sie bei der Bildung labiler Verbindungen, z. B. der Superoxyde, eine Rolle spielen können.

Dies ist die Ursache der periodischen Zu- und Abnahme der Wertigkeit, so wie sie aus der Konstruktion der zwei ersten Perioden des Mineralelementen-Systems aus drei Komponenten hervorgeht. Als ich diese Frage zuerst an meinen Schemata studierte und sah, daß bei allen molekularen Verbindungen immer ganze Systeme freier Bindungspunkte nicht abgesättigt bleiben, kam ich auf den Gedanken, ob man vielleicht durch dieselben die normale Kristallwassermenge bei wasserlöslichen Salzen erklären könne. Ich nahm die Soda, deren Struktur, auf Grund des obigen Schemas die folgende ist:



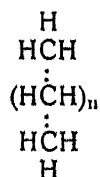
Hier hat jedes Natriumatom je sieben freie elektronegative Bindungspunkte, und das Kohlenstoffatom vier solcher Punkte. Nehmen wir an, daß das Anhydrid-Sauerstoffatom an der rechten Seite des Schemas durch ein Molekül Wasser hydroxyliert wird und, daß das übrige Kristallwasser sich, durch Vermittelung seiner Wasserstoffatome, an die freien elektronegativen Bindungspunkte des Kohlenstoffs und des Natriums anlagern muß, sehen wir sofort ein, daß die normale Hydratisierung der Kristallsoda mit zehn Mol Wasser sein muß, wie es in der Tat auch der Fall ist:



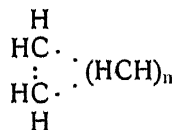
Was aber die freien elektropositiven Bindungspunkte (·) der Sauerstoffatome anbelangt, so werden sie niemals hydratisiert, da sie für die Verdopplung seiner Atome verbraucht werden, um eine Reihe solcher Moleküle zur Bildung eines Kristalls aneinander zu binden. In meiner Schrift: „Periodische Systeme usw.“ und in einem, vor der russischen physikalisch-

chemischen Gesellschaft gehaltenen Vortrage¹⁾ (sowie in einer noch nicht erschienenen Schrift: „Die Struktur des Stoffes“, wo dieser Gegenstand besonders ausführlich behandelt wird) habe ich viele derartige Beispiele angeführt, wobei stets die Theorie mit den beobachteten Tatsachen vollständig übereinstimmte, mit Ausnahme der Kryohydrate, die nach den neuesten Untersuchungen sich auch wirklich als einfache Gemische von Eiskristallen mit normal hydratisierten Salzkristallen herausgestellt haben.

Hier will ich mich aber auf diese Einzelheiten nicht einlassen, sondern beabsichtige nur einen kurzen Überblick über die Struktur der Atome und ihre Entwicklung aus ursprünglicheren Substanzen zu geben. Wir haben bereits gesehen, wie einfach die Grundlagen für die Atomgewichte aller Elemente der zwei ersten Perioden durch gesetzmäßige Gruppierung von Archonium und Proto-Helium, nach Muster der Kohlenwasserstoffradikale abgeleitet werden können. In derselben Weise können wir auch die übrigen Perioden ableiten. Wollen wir uns nur daran erinnern, in welcher Weise wir (theoretisch) die schweren Kohlenwasserstoffe erhalten. Wir nehmen die einfachen Schemata:



Vertreter des aliphatischen Systems.



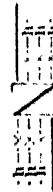
Vertreter des cyklischen Systems.

und setzen n gleich aufeinanderfolgenden ganzen Zahlen, wodurch wir eine ganze Reihe von immer schwereren Homologen des betreffenden Vertreters erhalten. Dasselbe gilt auch für die Mineralelemente. Indem wir die bei den letzteren auftretende scharfe Verschiedenheit der geraden und ungeraden Perioden

¹⁾ Krystallwasser. — Journal der russ. physik.-chem. Gesellschaft 1906, Heft IX. (Ref. im Chem. Zentralblatt Bd. I, S. 1718, 1907.)

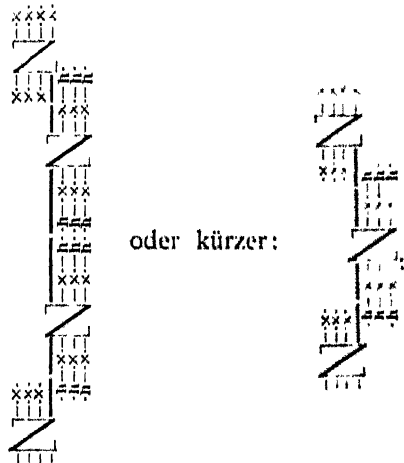
hervorheben, die auf tiefgehende strukturelle Änderungen ihrer Elemente hinweist, wollen wir jeden von diesen beiden Fällen gesondert besprechen.

Um zu den schwereren Analogon der weiteren geraden Perioden zu gelangen, müssen wir zwischen den Gliedern jedes Vertreters der zweiten Periode die entsprechende gerade Zahl von mittelständigen Gliedern oder Komplexen der Form:



einschieben.

Indem wir z. B. zwei derartige Komplexe zwischen den Gliedern des Schema des Siliciums einführen, erhalten wir das Schema des Germaniums:



Germanium
A. G. 72

wo die Zahl 2 bei dem mittelständigen Z zeigen soll, daß dieses Glied zweimal wiederholt worden ist.

Strukturtypen							
7-er	6-er	5-er	4-er	3-er	2-er	1-er	0-er
Achte Periode.							
Eka-Ag Sa? 151	Eka-Cd 156	Eka-In 159	Eka-Sn 163	Eka-Bi 165	Eka-Te 170	Eka-I 171	Eka-Xe 172
Zehnte Periode.							
Au 197	Hg 200	Tl 204	Pb 207	Bi 209	Dwl-Te 214'	Dwl-I 215'	Dwl-Xe 216'
Mendelejeffsche Gruppen							
1-e	2-e	3-e	4-e	5-e	6-e	7-e	8-e

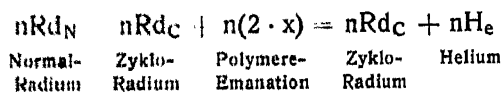
Gerade 8te und 10te Periode.
 Zyklisiert sind nur die Vertreter des 7 und 6 Typus (der 1en und 2en Mendelejeffschen Gruppen).

Indem wir in derselben Weise 4, 6, 8 derartiger Glieder zwischen den Gliedern des Siliziums einführen, kommen wir zu seinen Analogen: dem Zinn, Eka-Zinn und Blei. Wir sehen, daß sie nach ihrer Valenz und ihren chemischen Eigenschaften dem Silizium ähnlich sein müssen und, daß die Grundlagen für ihre Atomgewichte ihren gegenwärtigen Atomgewichten sehr nahe kommen, indem dieselben durch fremde Ingredienzien nur wenig geändert worden sind.

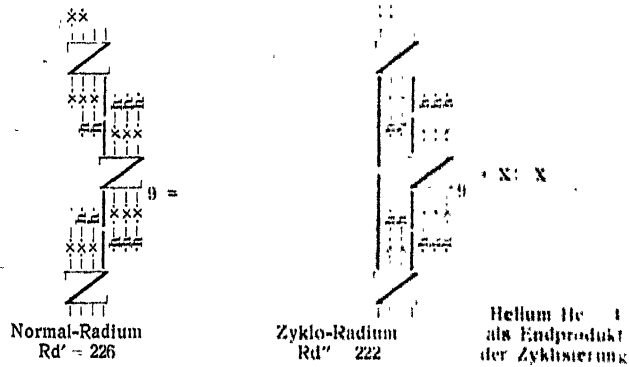
In derselben Weise erhalten wir die Schemata für die übrigen acht geradgliedrigen Typen, die in den Tabellen Seite 21 und Seite 22 wiedergegeben sind.

Wir sehen also, daß alle diese Atome nach demselben Gesetz, wie die homologen Kohlenwasserstoffradikale aufgebaut sind. Hier tritt auch eine andere interessante Analogie in der Evolution der organischen Elemente einerseits, und der Mineral-elemente andererseits, auf. Betrachten wir die Vertreter des siebenten Typus, so sehen wir, daß in demselben als Analoga des alkalischen Metalls Natriums nicht alkalische Elemente: Kupfer, Silber, Eka-Silber und Gold enthalten sind. Ihrer Wertigkeit nach passen Kupfer und Gold in diesen Typus nicht. Solche Abweichungen lassen tiefgehende Änderungen in der Struktur der Atome bei diesen Elementen erwarten, da deren Zugehörigkeit zu dieser Periode, infolge ihrer diamagnetischen Eigenschaften, außer Zweifel steht.

In ihren Atomgewichten macht sich auch wirklich ein Manko bemerkbar, das, seiner Größe nach, zweien Helium-Protoatomen entspricht, was auf die Zyklisierung ihrer Atome schließen läßt, ähnlich dem, wie die Kohlenwasserstoffe durch Entfernung von zwei Wasserstoffatomen aus ihren endständigen Gliedern zyklisiert werden. Beim Kupfer, Silber und Gold ist dieser Vorgang schon beendet, beim Radium scheint er auch jetzt nach der Formel:



und nach dem Schema:



vor sich zu gehen.

Betrachten wir die Schemata der geraden Perioden des Mineralelementen-Systems, so sehen wir, daß, mit Ausnahme des Zinns und der Vertreter des 7. Typus, wir keinen Grund haben, bei den übrigen Vertretern dieser Perioden eine Zyklisierung anzunehmen.

Die Atomgewichte, sowie die chemischen Eigenschaften sind hier den experimentell-gefundenen entweder gleich, oder kommen ihnen sehr nahe. Im allgemeinen kann man folgende Eigentümlichkeit bemerken: je weiter wir zur rechten Seite der Tabelle hin vorschreiten, wird die Affinität der Elemente (mit der Zunahme ihrer sauren Eigenschaften) zum Proto-Wasserstoff immer größer und größer, so daß derselbe sogar in die endständigen Glieder in einer Menge von je 2h für jedes Glied, und beim Tellur sogar von 3h, in ihre Atome eintritt. Die geradwertigen Elemente sind begieriger zum Proto-Wasserstoff als die ungeradwertigen, und zwar sind die schwereren begieriger, als die leichteren.

Wenn aber die sauren Elemente (Metalloide) mehr Affinität zum Proto-Wasserstoff, als die neutralen aufweisen, so müssen die alkalischen und basischen Elemente — infolge ihrer Antinomie mit den ersteren — viel weniger Affinität zu demselben besitzen und müssen ihn leicht von den Enden ihrer intratomischen Ketten abstoßen. Dies sehen wir auch wirklich beim Betrachten der ungeraden Perioden des Systems, die durch

	Strukturtypen							
	7-er	6-er	5-er	4-er	3-er	2-er	1-er	0-er
Siebte Periode								
	Cs 133	Ba 137	La 139	Ce 140	Eka-Nb 139	Eka-Mo 140	Dwi-Mn 143	Eka-Ru 146?
	Eka-Cs 177?	Eka-Ba 178?	Eka-La 181?	Eka-Ce 182?	Ta 183	W 184	Tri-Mn 187	Os 191
Neunte Periode								
	1-e	2-e	3-e	4-e	5-e	6-e	7-e	8-e
Mendeleeffsche Gruppen								

Ausgesehen sind die Vertreter der allerersten 4 Mendeleeffschen Gruppen (Typus 7er, 6er, 5er und 4er) nicht zyklisiert. Die normalen Varianten des 0 und 1en Typus bei diesen Perioden sind in der Tabelle auf Seite 28 eingetragen.

Wir sehen hier beim Kalium und Calcium eine völlige Abwesenheit des Proto-Wasserstoffs an den mittleren Gliedern. Beim Rubidium und Strontium fehlen je 2 h an den, zum Ende der Kette am nächsten liegenden Gliedern:

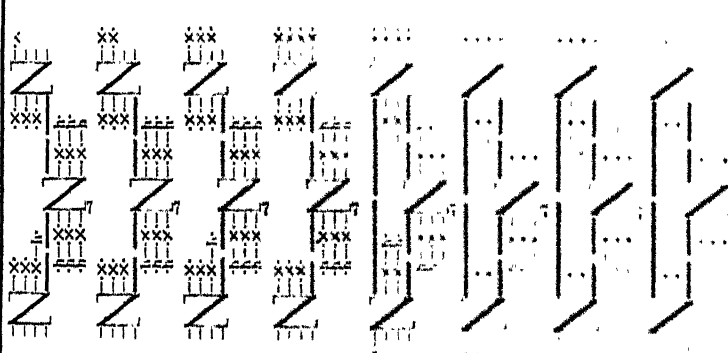
$$\text{Rb} = \equiv \text{Z}_{x_3} \text{---} h_{x_3} \text{Z}_{x_3} h_{x_3} \text{---} h_{x_3} \text{Z}_{x_3} h_{x_3} \text{---} h_{x_3} \text{Z}_{x_3} h \text{---} x_3 \text{Z}_{x_3} = 85.$$

$$\text{Sr} = \equiv \text{Z}_{x_3} \text{---} h_{x_3} \text{Z}_{x_3} h_{x_3} \text{---} h_{x_3} \text{Z}_{x_3} h_{x_3} \text{---} h_{x_3} \text{Z}_{x_3} h_{x_3} \text{---} x_3 \text{Z}_{x_3} = 88.$$

Nur bei ihren schwereren Analogon — beim Baryum und Cäsium — verschwindet dieses Manko an Proto-Wasserstoff, da die längeren intraatomistischen Ketten im allgemeinen mehr Neigung, Proto-Wasserstoff aufzunehmen, zeigen, als die kürzeren.

Alle weiteren Typen (mit Ausnahme der soeben besprochenen Alkali- und Erdalkalimetalle), die in den ungeradgliedrigen Reihen schwach basische Eigenschaften besitzen, haben die normale Menge Proto-Wasserstoff aufgenommen, wobei sie sich aber gleichzeitig, teilweise oder vollständig, zyklisiert haben, was besonders für die drei- und fünfgliedrigen Ketten zutrifft, die, wahrscheinlich aus stereochemischen Gründen, die größte Neigung zur Zyklisierung aufweisen. Bei den mittleren Typen — beim 5., 4., 3. und 2. — sehen wir keine nichtzyklischen Modifikationen mehr, und bei den letzten Typen, d. h. bei dem 1. und beim 0-Typus, haben wir beide Formen (zyklisch und nichtzyklisch) vor uns, sobald wir die Annahme machen, daß das Kobalt nichtzyklisiertes Mangan — und das Nickel nichtzyklisiertes Eisen darstellt, mit welchem es auch wirklich in den Meteoriten immer zusammen vorkommt. In ganz ähnlicher Weise müssen wir das Palladium für nichtzyklisiertes Rhuthenium und das Platin für nichtzyklisiertes Osmium halten. Diese nichtzyklischen Zwillinge des 1. und des 0-Typus wurden von Mendeleeff an die Enden der Zeilen seines Systems gestellt, wodurch dieselben in anormaler Weise verlängert wurden, indem die Analogon des Nickels und des Kobalts sich außer des Systems befanden. Es ist sehr leicht möglich, daß durch einen

derartigen Zerfall in zyklische und nichtzyklische Modifikation, die Zergliederung einiger seltenen Elemente (z. B. die des Dytims in Neodym und Praseodym), sowie die Radioaktivitätsercheinungen bei einigen besonders schweren Elementen zu erklären gelingen wird.



Co 59	Ni 58	Rh 103	Pd 106	7 240 Eka-Rhodium	7 250 Eka-Palladium	Ir 193	Pt 194
1-er	0-er	1-er	0-er	1-er	0-er	1-er	0-er
3e Periode		5e Periode		7e Periode		9e Periode	
Nichtzyklisierte Reste der 3en, 5en und 9en ungeradgliedrigen Perioden							

Betrachten wir die 11. Periode, wo sich das Radium, das Thorium und das Uran befinden, so sehen wir aus dem Gewicht ihrer Atome, daß dieselben nicht als zyklisiert angenommen werden dürfen. Das Uran muß sogar nicht als Analogon des Wolframs (wie dies Mendelejeff getan hat), sondern als Analogon des Osmiums und des Platins betrachtet werden, was auch seiner Achtwertigkeit entspricht. Als Vertreter einer ungeradgliedrigen Periode müssen sie alle zur Zyklisierung und folglich auch zur Radioaktivität geneigt sein. Dies sind die Korrek-

turen, die aus theoretischen Überlegungen an dem Mendelejeffschen System angebracht werden müssen, um dasselbe mit den kosmologischen Ergebnissen, sowie mit den Gesetzen der Entstehung analoger periodischer Systeme unter den Kohlenwasserstoffradikalen der organischen Welt, in Einklang zu bringen. Wasserstoff und Helium, sowie das Koronium und Nebulesium, müssen aus dem System vollständig ausgeschlossen werden, da sie ursprünglichere Elemente als die übrigen sind.

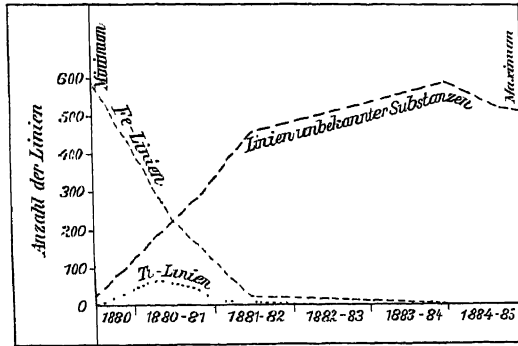
Von diesem Standpunkte aus nimmt das periodische System folgende Form an:

								<i>He</i>		
1	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne		
2	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar		
3	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	<i>Co</i>	<i>Ni</i>
4	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	—	Ru	<i>Rh</i>	<i>Pd</i>
6	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
7	Cs	Ba	La	Ce	—	—	—	—	<i>?</i>	<i>Eu?</i>
8	—	—	—	—	—	—	—	—		
9	—	—	Yb?	—	Ta	W	—	Os	<i>Ir</i>	<i>Pt</i>
10	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	—	—	—		
11	—	Rd	—	Th?	—	Th?	—	—	<i>?</i>	<i>U</i>
12	—	—	—	—	—	—	—	—		
	I-e	II-e	III-e	IV-e	V-e	VI-e	VII-e	VIII-e		
	Mendelejeffsche Gruppen.									
	7-er	6-er	5-er	4-er	3-er	2-er	1-er	0-er	1-er, 0-er	
	Strukturtypen.									

Ich habe dieses System als System der Archäohelide bezeichnet, da alle seine Vertreter ursprünglich aus dem Archoonium (das wahrscheinlich mit dem Nebulesium der Nebelflecke identisch ist) Z und dem Proto-Helium entstanden sind, an die sich Protowasserstoff erst später angelagert hat. Eine besondere Bezeichnung für dieses System wird unentbehrlich, sobald wir

annehmen, daß Nebulium, Helium, Wasserstoff und Kryptonium zu demselben nicht gehören, sondern als Glieder eines anderen Systems ursprünglicherer Körper zu betrachten sind. Außerdem haben wir gewichtige Gründe zu der Annahme des Vorhandenseins auf der Sonne und den Sternen (also vielleicht auch in der Tiefe der Erde) einer ganzen Reihe unbekannter Elemente, die sich von den Archäoheliden durch ihre außerordentliche Schwerschmelzbarkeit unterscheiden.

Wenden wir uns zu den Sonnenflecken, zu diesen Zentren kolossaler Wirbel, die von Zeit zu Zeit die blendende Decke der Sonnenphotosphäre durchreißen und auf die, unserer Beobachtung zugänglichen, oberflächlichen Schichten außerordentlich stark erhitzte Gase herausschleudern. Trotz ihrer viel geringeren Helligkeit besitzen diese Sonnenwirbel eine viel höhere Temperatur als die sie umgebenden Teile der Photosphäre, und ihre dunklere Farbe erklärt sich ohne Zweifel dadurch, daß die Hauptlinien der in ihnen enthaltenen gasförmigen Substanzen in dem ultravioletten, für uns unsichtbaren Teile des Spektrums liegen. Bei der spektroskopischen Untersuchung fand Lockyer folgende außerordentlich wichtige Tatsache auf: Wenn die fleckenbildende Tätigkeit der Sonne in einer Periode von $5\frac{1}{2}$ Jahren von ihrem Minimum auf ihr Maximum steigt, und die Temperatur der Flecke entsprechend wächst, werden die Spektrallinien des Titans, Eisens u. a. auf der Erde bekannter Elemente immer schwächer, so daß sie in der Nähe des Maximums der Sonnentätigkeit nahezu verschwinden. Anstatt dieser uns bekannten Metaldämpfe bringen die Sonnenwirbel in dieser Periode aus deren Tiefe eine ganze Reihe uns unbekannter Substanzen hervor, die zwischen den Fraunhoferschen Linien C und F über 500 gut ausgeprägte Linien geben. Auf dem beiliegenden Diagramm (s. nächste Seite) ist ersichtlich, wie z. B. die Linien des Eisens (deren es in der Minimumperiode i. J. 1880 über 600 gab) mit der Annäherung des Maximums i. J. 1885 stark abnahmen, die Zahl der unbekannten Linien, die während der Minimumperiode eine geringe war, kontinuierlich stieg und im Jahre 1884 bereits 600 erreicht hatte.



Die Abnahme der Anzahl Linien des Eisens und des Titans und die Zunahme der Anzahl der Linien unbekannter Substanzen beim Übergang vom Minimum der Sonnentätigkeit zu ihrem Maximum (Spektralgebiet zwischen F und b).

In der anderen Hälfte des Zyklus — beim Übergange vom Maximum zum Minimum, war die entgegengesetzte Erscheinung — nämlich das Verschwinden der unbekannten Linien und ihr Ersatz durch Linien uns bekannter Elemente — zu beobachten.

Daraus zog L. J. L. den Schluß, daß bei derjenigen Temperatur, welche die Sonnenflecke während des Maximums erreichen, die Atome des Eisens und anderer Elemente in ihre Komponenten dissoziieren, ähnlich wie die Wassermoleküle bei einer Temperatur von ca. 2000° in Sauerstoff und Wasserstoff zerfallen. Es ist aber schwierig anzunehmen, daß die Atome unserer Elemente so viele Komponenten enthalten. Der Gedanke, daß diese Hunderte von Linien einer oder einigen wenigen Komponenten gehören, läßt sich leicht dadurch widerlegen, daß beim Übergange vom Minimum zum Maximum, in dem Spektrum der Sonnenflecke immer neue und neue Serien von Linien erscheinen. Dies entspricht vollkommen der Idee, daß beim Steigen der Temperatur der Flecke, dieselben aus den inneren Teilen der Sonne höher erhitzte Dämpfe schwerflüchtiger Substanzen auf die Oberfläche bringen. Schon bei einer Temperatur von $10-15000^{\circ}$ verdichten sich dieselben zu Wol-

ken und geben deshalb ein kontinuierliches Spektrum. Diese schwerflüchtigen Körper können keinesfalls ein größeres Atomgewicht als Uran und Thorium besitzen, da die Atome der letzteren unbeständig und, wie ihre Radioaktivität zeigt, zum Zerfall geneigt sind. Bezüglich der Verdampfungstemperatur wissen wir ebenfalls, daß die höchste Verdampfungstemperatur nicht den Elementen mit großem Atomgewicht, sondern denjenigen mit kleinem, wie Kohlenstoff, Bor, Vanadin und Titan, zukommt. Es erscheint daher die Annahme plausibel, daß außer unserem jetzigen System der Archäohelide in den tiefen Schichten der Sonne noch ein anderes System von Elementen enthalten ist, die erst bei 10000 - 15000° verdampfen. Unwillkürlich möchte man zu der früheren Bunsen-Kirchhoffschen Auffassung zurückkehren, nämlich zu der, daß der innere, unter der Photosphäre liegende Teil der Sonne und der Gestirne fest oder flüssig ist.

Dies sind Schlußfolgerungen, bezüglich der Struktur der Atome und ihrer allmählichen Entwicklung. Wir sehen, daß das Eisen, das Calcium u. a. uns umgebende Körper nicht aus Ewigkeit her in der Natur existieren, sondern die Produkte einer eigenartigen Evolution darstellen.

Zum Schluß möchte ich noch zeigen, wie plausibel unsere Strukturtheorie die Radioaktivitätserscheinungen zu erklären vermag.

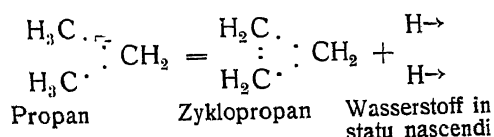
Die merkwürdigste von allen Eigenschaften des Radiums ist die, eine besondere heliumbildende Emanation auszusenden, die als α -Strahlen oder richtiger α -Funken bezeichnet wird. Dieselben stellen Atome dar, deren Gewicht der Hälfte des Gewichtes eines Heliumatoms gleich ist, d. h. sie sind nichts anderes, als die Archäohelidenkomponenten, deren Existenz wir oben theoretisch abgeleitet haben und die sich in den Nebelflecken vorfinden. Hier treffen sich also drei Erfahrungsquellen: die reine Theorie, die Beobachtung und das direkte Experiment zusammen.

Wir haben bereits gesehen, daß das Radium zu einer ungeradgliedrigen Periode (zu der 11.) gehört, die zur Zyklisierung der Atome besonders große Neigung zeigt. Nehmen wir

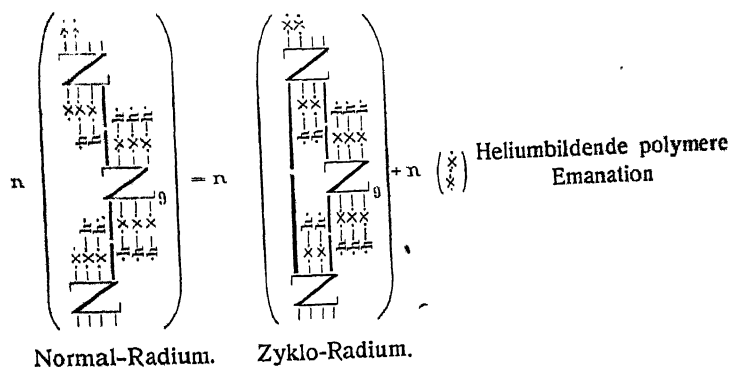
nun an, daß dies auch jetzt geschieht, da irgendwelche Ursachen diese Zyklisierung in den seltenen Mineralien früher verhindert hatten.

Was für Erscheinungen müssen dabei auftreten? Eine Antwort gibt uns die organische Chemie.

Wenn wir irgendeinen Kohlenwasserstoff, z. B. das Propan $\text{H}_3\text{C} \cdot \cdot \text{CH}_2 \cdot \cdot \text{CH}_3$ vor uns haben, so müssen zu seiner Zyklisierung von den endständigen Gliedern seiner Strukturkette zwei Wasserstoffatome entfernt werden, damit die zwei fre werdenden Bindungspunkte den Ringschluß bedingen können.



Zur Zyklisierung eines Radiumatoms muß man in ganz analoger Weise von den endständigen Gliedern seiner Strukturkette zwei Protoheliumatome, gemäß dem Schema:



entfernen.

Da diese Atome je zwei elektropositive Bindungspunkte besitzen, so entnehmen sie negativ geladenen Körpern Kathoden-
elektronen. Fehlen aber die letzteren, so polymerisieren sie
sich, indem sie die schwere Emanation geben, die nach Ruther-
ford und Soddy sich bei -130°C zu einer Flüssigkeit ver-

ichten läßt und bei langem Aufbewahren mit Wasser allmählich in einzelne Paare von α_2 , d. h. in Atome von je zweiem Helium dissoziiert.

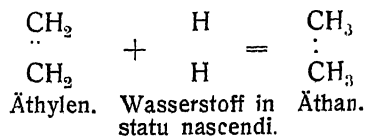
Durch diese Zyklisierung des Radiums wird auch die stete Wärmeabgabe seiner Salze erklärt, da die negative Wärmetönung, die das Ablösen der Helium-Halbatome von den Gliedern der Kette begleiten muß, durch die positive Wärmetönung, die bei der Zyklisierung des Radiums und bei der Polymerisierung der Helium-Halbatome auftritt, die in demselben Gefäß stattfindet, in welchem das Präparat aufbewahrt wurde, reichlich kompensiert.

Noch interessanter für die experimentelle Bestätigung unserer Theorie sind die Ergebnisse der neuesten Untersuchungen Ramsays, die im vorigen Sommer publiziert worden sind. Als im Jahre 1901 Herr Prof. D. Konowalow das Manuskript meiner Arbeit: „Periodische Systeme usw.“ durchsah, waren die Radioaktivitätserscheinungen noch wenig untersucht, und in einem Briefe an mich machte derselbe mich darauf aufmerksam, daß meine Schlußfolgerungen (bezüglich des Vorhandenseins von Helium unter anderen Komponenten der Atome) sich auf keinen einzigen Versuch stützen. Es war aber noch kaum ein Jahr verflossen, als, dank den Untersuchungen Ramsays, dieser Mangel der Theorie ergänzt wurde, und jetzt nach dem Erscheinen meines obengenannten Buches ist er durch die Forschungen desselben großen englischen Gelehrten noch mehr vervollständigt worden. Im vierten Teile meines Buches, am Anfang des Kapitels: „Ist die Synthese der Archeohelide möglich?“ habe ich u. a. folgendes geschrieben:

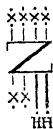
„Könnte es uns auffällig erscheinen, wenn beim Durchlassen von starken Wechselströmen mit Funkenentladung durch ein Gemisch von Stickstoff und Helium es uns gelingen würde, in die Stickstoffatome je ein Helium-Halbatom einzuführen und auf diese Weise den Stickstoff in Fluor oder sogar in Neon überzuführen? Was wäre da Unwahrscheinliches, wenn unter diesen Bedingungen eine Überführung von Schwefelwasserstoff in Chlorwasserstoff und eine ganze Reihe derartiger Um-

wandlungen durch sukzessive Einführung von Helium-Halbatome in die Strukturkette gelingen sollte?“

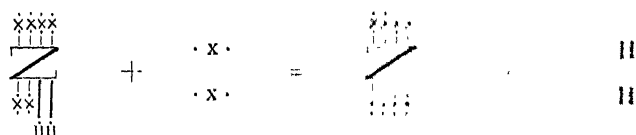
Diese Voraussage der Theorie beginnt sich jetzt zu erfüllen und zwar in einer ganzen Reihe derartiger Umwandlungen, obwohl statt des von mir beispielsweise empfohlenen Mittels (Wechselströme) sich ein anderes noch viel zweckmäßigeres hat auffinden lassen, nämlich das Helium in statu nascenti, das von radioaktiven Körpern direkt ausgesandt wird. Es versteht sich von selbst, daß die Wechselströme von mir nur als hypothetisches Mittel zur Zergliederung des Heliums in seine Halbatome vorgeschlagen wurden, welche letztere uns jetzt von den radioaktiven Körpern direkt geliefert werden. Darin besteht der ganze Unterschied der beiden Methoden. Es ist klar, daß wenn die Theorie zutreffend und die oben angeführten Atomschemata richtig sind, so muß das naszierende Helium auf die Archäohelidenatome eine ebensolche reduzierende Wirkung ausüben, wie dies der naszierende Wasserstoff mit den ungesättigten Kohlenwasserstoffradikalen tut. Letzterer synthetisiert, z. B. das Äthvlen in Äthan, nach folgendem Schema:



Ebenso muß das naszierende Helium Sauerstoff in Neon, Schwefel in Argon usw. synthetisieren. Ein Teil dieser Transformationen ist auch tatsächlich von Ramsay aufgefunden worden. In seiner neueren Mitteilung in der „Nature“ schreibt Ramsay, daß jedesmal, als er die Radiumemanation in Wasser aufbewahrte, dieselbe sich nicht in Helium, sondern in Neon transformierte, wie es, nach der hier entwickelten Theorie, auch sein muß. Das Wassermolekül H_2O besitzt, wie wir bereits gesehen haben, folgende Zusammensetzung:

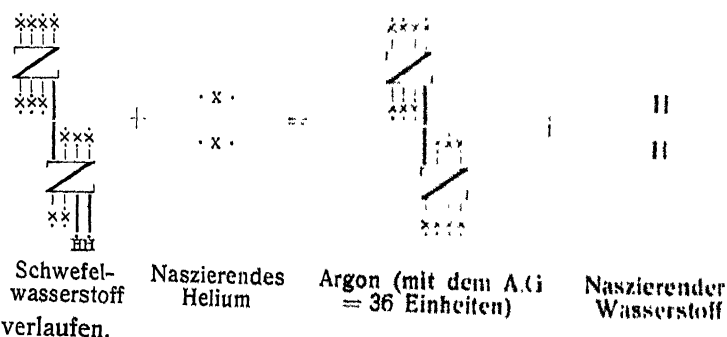


Das naszierende Helium muß vor Allem aus diesem Molekül den Wasserstoff verdrängen, indem letzterer durch Helium-Halbatome ersetzt wird, wobei wir wirklich zum Neon nach dem Schema:



Wasser Naszierendes Helium Neon Naszierender Wasserstoff
kommen.

Die Theorie sagt ebenfalls voraus, daß wenn Ramsay nicht Wasser, sondern Schwefelwasserstoff der Einwirkung des naszierenden Heliums unterworfen hätte, er nicht Neon, sondern Argon erhalten würde und zwar ein Argon mit einem Atomgewicht von 36 oder 38 Einheiten (statt 40), d. h. normales Argon, das aus dem periodischen System nicht heraustritt, wie dies das jetzige gewöhnliche Argon tut. Die Reaktion würde nach dem Schema:



verlaufen.

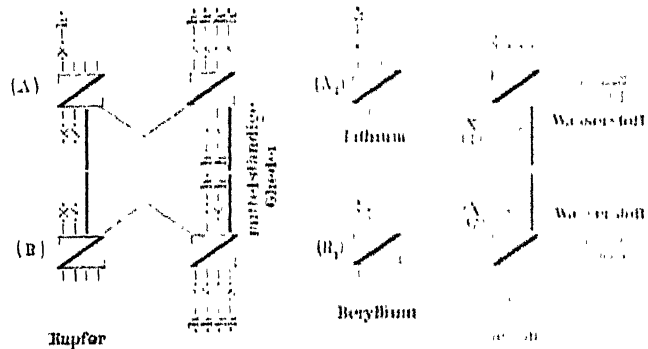
Addieren wir die Gewichte aller Komponenten des erhaltenen Argons, so finden wir für sein Atomgewicht die Zahl 36, d. h. das Gewicht des normalen Argons, das seinen Platz im periodischen System zwischen dem Chlor und dem Kalium findet. Nehmen wir sogar an, daß der aus dem Schwefelwasserstoff ausgeschiedene Wasserstoff in Proto-Wasserstoff übergeht (was allerdings wenig wahrscheinlich ist) und sich

an die mittelständigen ($\cdot x \cdot$) der Argonatome anlagert, so erhalten wir für das Atomgewicht die Zahl 38.

Ebenfalls können wir voraussagen, daß bei der Einwirkung des naszierenden Heliums auf Selenwasserstoff oder Tellurwasserstoff aus dem ersteren Krypton und aus dem zweiten Xenon entstehen wird. Ganz analog kann man aus Ammoniak sukzessive Wasser, dann Fluorwasserstoff und schließlich Neon erhalten und überhaupt kann man zahlreiche Synthesen ausführen, die der Reduktion der Kohlenwasserstoffradikale durch naszierenden Wasserstoff ganz analog sind.

Aber das Helium in statu nascendi mit den es begleitenden Korpuskeln (β -Funken) kann auf die Atome derjenigen Körper, bei denen dieselben schwach oder anormal ausgebildet sind, auch zerstörend einwirken. Die kinetische Energie seiner Partikelchen nach ihrer Ablösung von den Radiumatomen kann groß genug sein, um eine derartige Zerstörung zu bewerkstelligen. Nur durch diese Überlegung kann man sich die von Ramsay beobachtete Dissoziation von Kupferatomen, unter dem Einflusse der Radiumemanation, in Lithium- und Argonatome erklären.

Wie unwahrscheinlich eine derartige Transformation vielen von den hervorragendsten Chemikern auch vorkommen mag, kann man doch an den Ramsayschen Mitteilungen nicht derart zweifeln, wie dies Mendelejeff seinerzeit bezüglich der Entdeckung des Argons getan hat. Wir haben es ja mit dem tüchtigsten aller jetzigen Physiker zu tun, der namentlich auf diesem Gebiet Fachmann ist. Indem ich also seine Mitteilung über die Transformation des Kupfers als Tatsache betrachte, will ich hier eine theoretische Erklärung derselben geben. Es ist sehr leicht möglich, daß bei der großen kinetischen Energie der α -Funken des Radiums ihre Stöße gegen die Kupferatome letztere sehr stark erschüttern können, so daß dieselben dezyklisiert werden und ihre endständigen Glieder, sowie je vier Protowasserstoffatome von den mittelständigen Gliedern verlieren können, wie dies aus folgendem Schema ersichtlich ist:



Es muß also bei dieser Reaktion außer Argon, Lithium und Wasserstoff noch Beryllium entstehen. Dieser Fall kann aber auch nicht eintreten. Wenn diejenigen zwei Helium Halbatome, die auf dem Schema durch (1) und (2) bezeichnet sind, nicht diejenigen sind, die in dem Glied (A) bei seiner Umwandlung in (A₁) enthalten waren, so müssen sie diejenigen Helium-Halbatome sein, die von dem Radiumatom herausgeschleudert wurden und die das Kupferatom zertrümmert haben, indem sie sich an den mittleren Teil der Strukturkette desselben, an Stelle der endständigen Glieder, angelagert haben. In diesem Falle müssen die sich von dem Glied (A) bei seiner Umwandlung in (A₁) losgelösten Helium-Halbatome sich an das Glied (B₁) anlagern, indem sie es in ein Kohlenstoffatom:



Kohlenstoff

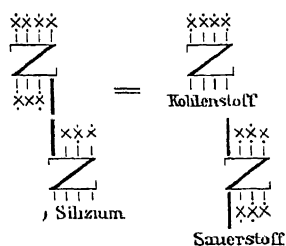
überführen werden.

Die Theorie sagt uns also, daß, falls die Zerstörung des Kupferatoms eine rein mechanische ist, man das Auftreten von Argon, Lithium und Beryllium erwarten muß. Ist sie aber von einer Synthese, d. h. von der Addition von zwei Helium-Halbatomen an die Zerfallsprodukte, begleitet worden, so muß statt Beryllium Kohlenstoff (oder, im Falle der Addition von nur einem Helium-Halbatom, vielleicht auch Bor) auftreten.

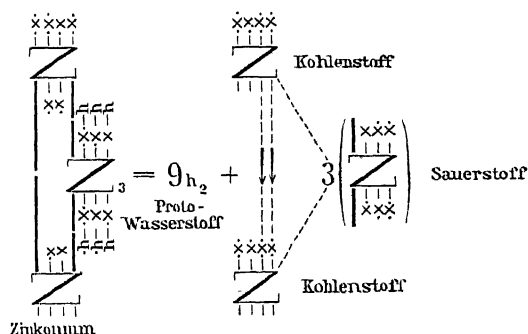
In letzterer Zeit hat Ramsay eine neue Reihe von Dissoziationerscheinungen der Metalle des 4. Strukturtypus, und zwar des Siliziums, Titans, Zirkoniums und Thoriums nachgewiesen, die sich in Kohlenstoffoxyde umwandeln und außerdem noch Wasserstoff zu geben scheinen, obwohl letzterer auch auf die Dissoziation des Wassers zurückgeführt werden kann.

Ich will hier auf die Einzelheiten dieser Versuche, die ja allen wohl bekannt sind¹⁾, nicht näher eingehen und nur an der Hand von Formeln den Charakter dieser Umwandlung erläutern.

I. Zerfall des Siliziumatoms in Kohlenstoff und Sauerstoff
(s. Tabelle Seite 11):

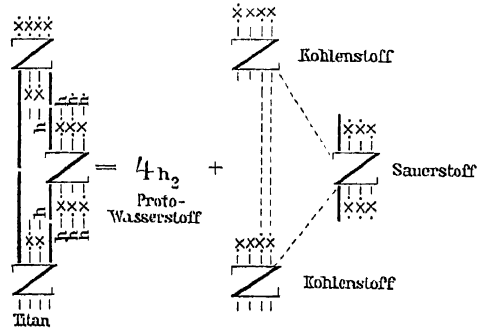


II. Zerfall des Titanatoms in Kohlenstoff, Sauerstoff und Proto-Wasserstoff (s. Tabelle Seite 11 u. 25):



¹⁾ Ber. d. Dtsch. chem. Ges. **42**, 2930. (1909).

III. Zerfall des Zirkoniumatoms in Kohlenstoff, Sauerstoff und Proto-Wasserstoff (s. Tabelle Seite 11 u. 25):



Die übrigen Spaltungserscheinungen wird der Leser nach den oben gegebenen Schemata leicht konstruieren können. Die von Ramsay hervorgehobene schwere Spaltbarkeit des Bleiatoms kann darin ihre Erklärung finden, daß dieses Atom nicht zyklisiert ist, keine Spannung aufweist und deshalb auch beständig ist.

Diese Tatsachen weisen schon an und für sich darauf hin, daß die Chemie sich jetzt vor einer neuen Ära ihrer Entwicklungsgeschichte befindet. In Form der Radiumemanation haben wir eine neue Naturkraft in Händen, die uns eine neue Macht über die Naturerscheinungen geben wird. Als ich vor einem Jahre nur einen Monat vor Mendelejeffs Tode mit demselben über die Möglichkeit derartiger Synthesen sprach, sagte er mir, daß, wenn die Atome auch wirklich zusammengesetzt sein sollten, wir keine Naturkraft in Händen haben, die sie zu zerlegen imstande wäre.

Ja, das traf zu beim Leben Mendelejeffs, der seinen innigen Wunsch, sich eine genügende Menge Radium zur Nachprüfung der Ramsayschen Versuche anzuschaffen, nicht erfüllen konnte. Dies trifft auch für uns zu, die sich hier zu Ehren Mendelejeffs auf dem ersten Mendelejeffschen Kongreß versammelt haben. Wir wollen aber hoffen, daß, wenn wir uns wiederum auf

dem zweiten Kongreß zusammenfinden werden, die Fortschritte der Technik der Gewinnung von radioaktiven Substanzen, oder die Entdeckung neuer, reicherer Fundstätten des Radiums soweit fortgeschritten sein werden, daß wir über genügende Mengen naszierenden Heliums verfügen können. Dann wird der Traum der alten Alchemisten von der Metallumwandlung endlich verwirklicht sein, was uns die Möglichkeit geben wird, tief in die Gesetze der Struktur verschiedener Substanzarten einzudringen und sich ein völlig klares Bild ihrer Evolution aus dem, den Weltall erfüllenden, ewigen Weltäther zu verschaffen!

St. Petersburg, Anfang Februar 1908.

VERLAG VON THEODOR STEINKOPFF, DRESDEN

GRUNDRISS DER KOLLOIDCHEMIE

von Dr. WO. OSTWALD

Privat-Dozent an der Universität Leipzig.

Gr.-8° mit einem Porträt von THOMAS GRAHAM geschmückt.

Preis M. 12.—, elegant gebunden M. 13.50

Der INHALT gliedert sich in folgende Hauptabschnitte:

- I. GESCHICHTE DER KOLLOIDCHEMIE
- II. ALLGEMEINE KOLLOIDCHEMIE (Theorie des kolloiden Zustandes)
- III. SPEZIELLE KOLLOIDCHEMIE A (Die allgemeinen physikalisch-chemischen Eigenschaften der Kolloide)
- IV. SPEZIELLE KOLLOIDCHEMIE B (Die Zustandsänderung der Kolloide)

AUS DEM VORWORT:

... Vorliegendes Buch hat sich 'zum Ziele gesetzt, die kolloidchemischen Erscheinungen und Gesetzmäßigkeiten in einer so weit als möglich geordneten und systematisierten Form vorzuführen. Der Verfasser hofft auf Zustimmung bezüglich der Auffassung, daß ein Bedürfnis nach einer derartigen gerade synthetischen Darstellung der Kolloidchemie vorliegt. Wohl fast jedem, der zum ersten Male kolloidchemische Fragen an der Hand der Originalabhandlungen studiert hat, wird es ähnlich ergangen sein wie dem Verfasser, der seinerzeit die Gefühle in ausgesprochenem Maße empfand, welche Fausts Schüler so schön zum Ausdruck bringt. Andererseits wächst aber täglich, und zwar mit großer Geschwindigkeit, die Zahl derer, die Kolloidchemie für ihre speziellen wissenschaftlichen und technischen Fragen brauchen. Eine Orientierung aber an der Hand der Originalliteratur erscheint mit beträchtlicher Mühe und mit großen technischen Schwierigkeiten verknüpft, wenn man bedenkt, daß die neueste, aber noch keineswegs erschöpfende Bibliographie der Kolloidchemie von A. Dumanski (Kiew 1909) bereits ca. 1200 Nummern zählt.

Die Anforderungen die das Buch an den Leser stellt, sind gering; nur die elementaren Kenntnisse der physikalischen Chemie werden vorausgesetzt. Mathematische Ableitungen sind ganz fortgelassen worden. Dem Anfänger in der Kolloidchemie kann vielleicht empfohlen werden, den I. (geschichtlichen) Teil sowie die letzten Paragraphen des II. (theoretischen) Teils zunächst zu überschlagen. ...

VERLAG VON THEODOR STEINKOPFF, DRESDEN

Dynamik der Oberflächen

Eine Einführung in biologische Oberflächenstudien

von

PROF. DR. L. MICHAELIS

Privatdozent an der Universität Berlin

Preis M. 4.—

Der Inhalt des Werkes gliedert sich wie folgt:

I. Teil: Die Oberfläche als Sitz mechanischer Kräfte.

1. Einleitung. Der Begriff der Oberfläche.
2. Die Oberflächenspannung.
3. Die Oberflächenenergie.
4. Die Oberflächenkontraktion.
5. Die Oberflächenentspannung und die mechanische Adsorption.
6. Die Adsorption in Gemischen.
7. Die „anomale“ Adsorption und die Bildung von Oberflächenmembranen.
8. Die empirische Formulierung des Adsorptionsgleichgewichts.

II. Teil: Die Oberfläche als Sitz elektrischer Kräfte.

9. Die Potentialdifferenz einfacher metallischer Oberflächen gegen Lösungen.
Theoretische Zwischenbemerkung über die Berechtigung des Rechnens mit extrem niederen Konzentrationen.
10. Metallische Mischpotentiale.
11. Einfache binäre Elektroden.
12. Gemischte binäre Elektroden.
13. Chemische Umsätze, die durch das Gesetz der elektrischen Potentialausgleichung reguliert werden.
14. Potentialdifferenz zwischen Lösungen eines Elektrolyten in verschiedenen Lösungsmitteln.
15. Impermeabilität für Ionen und Undiffundierbarkeit von Ionen.
16. Die mechanische Adsorption von Elektrolyten. Das Adsorptionspotential.
17. Chemische Wirkungen der mechanischen Adsorption.
18. Beziehungen zwischen der elektrischen Potentialdifferenz und der Oberflächenspannung.
19. Reibungselektrische Erscheinungen.
20. Die Krümmung der Oberfläche. Die Oberflächenspannung in kolloiden Lösungen.

Anhang: 21. Kinetik der Oberflächenreaktionen.

VERLAG VON THEODOR STEINKOPFF, DRESDEN

Beiträge zu einer Kolloidchemie des Lebens

von

RAPHAEL ED. LIESEGANG

Preis M. 4.—, gut gebund M. 5.—

AUS DEM INHALT: Membranwirkungen ohne Membrane. — Diffusionsgeschwindigkeiten. — Scheinbar chemische Anziehungen. — Rhythmische Nachdiffusionen. — Pseudomorphosen. — Vakuolenbildungen. — Apposition und Intussusception. — Entwässerungen von Gelatinegallerten. — Zur Säuretheorie der Osteomalacie. — Das Wachstum der Röhrenknochen. — Rhachitis. — Zustandswechsel. — Kalziumphosphatmembrane. — Keimwirkungen und Höfe. — Druckwirkungen und Knochenarchitektur. — Die Schrumpfung des Knorpels bei beginnender Ossifikation. — Schichtungsphänomene. — Abbau des Kollagens und Glutins. — Chemische Vererbungshypothese. — usw.

Für Physiologen, Mediziner, Kolloidchemiker und alle, die sich für die Grenzgebiete zwischen Medizin und Chemie, sowie für die Rätsel der Lebenserscheinungen interessieren, von größter Wichtigkeit.

Beiträge zur allgemeinen Kolloidchemie

von

Preis M. 1.50

DR. B. SZILARD

Preis M. 1.50

Diese interessante Abhandlung gibt grundsätzlich neue Gesichtspunkte in bezug auf das System der Kolloide und enthält Mitteilungen von Versuchen, welche geeignet erscheinen, als Ausgangspunkt für die *praktische* Anwendung der Kolloidchemie z. B. auf dem Gebiete der Medizin zu dienen. Verfasser zeigt z. B., daß sich Stoffe rein *anorganischer* Zusammensetzung herstellen lassen, deren Eigenschaften eine ganz außerordentliche Ähnlichkeit mit *Eiweißkörpern* besitzen, wie diese verdaut (peptisiert) werden und wie diese (z. B. die Pepsine) *selbst* verdauen (peptisieren) können; *ein für die gesamte Biochemie außerordentlich wichtiger Nachweis!* . . .